

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
13. Dezember 2001 (13.12.2001)

PCT

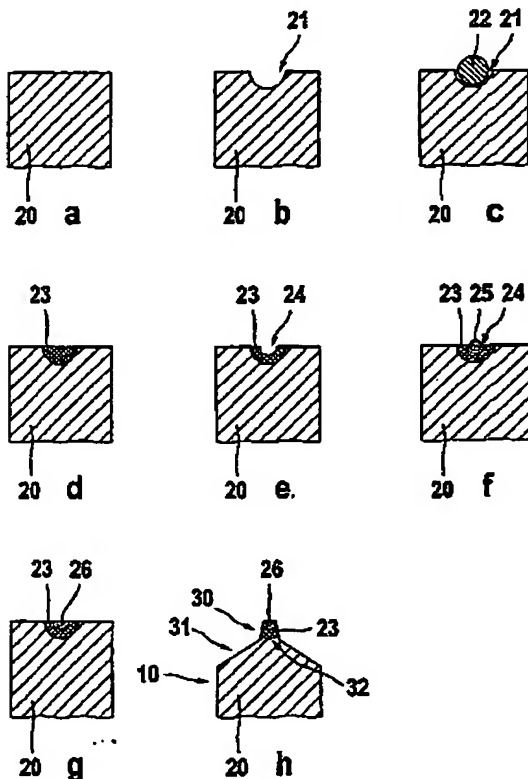
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 01/95447 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation: H01T 13/39, 21/02
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/01268
- (22) Internationales Anmeldedatum: 30. März 2001 (30.03.2001)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 100 27 651.2 3. Juni 2000 (03.06.2000) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ULM, Heinz [DE/DE]; Kirchberg 16, 91358 Kunreuth (DE). FISCHER, Jochen [DE/DE]; Greiffenbergstrasse 21, 96052 Bamberg (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELECTRODES, METHOD FOR PRODUCTION THEREOF AND SPARK PLUGS WITH SUCH AN ELECTRODE

(54) Bezeichnung: ELEKTRODE, VERFAHREN ZU DEREN HERSTELLUNG UND ZÜNDKERZE MIT EINER DERARTIGEN ELEKTRODE



Aufschmelzen des ersten Formteils (22) unter

(57) Abstract: An electrode and a spark plug (5) for an internal combustion engine with such an electrode as middle electrode (10) are disclosed. The electrode thus comprises an electrode base body (20) made from a first material and an end section (30), continuously joined to the electrode base body (20), comprising a first region (23), made from a platinum containing material and continuously joined to the first material and a second region (26) made from an iridium and/or ruthenium containing material and continuously joined to the first region (23). The invention further relates to a method for the production of such an electrode, whereby a first recess (21) is stamped in the electrode base body (20), a first moulded piece (22) is laid in the first recess (21), the first moulded piece (22) is melted to form a first alloy, a second recess (24) is stamped in a region of the first alloy, a second moulded piece (25) is laid in the second recess (24) and the second moulded piece (25) melted to give a second alloy.

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Elektrode und eine Zündkerze (5) für eine Brennkraftmaschine mit einer derartigen Elektrode als Mittelelektrode (10) vorgeschlagen. Die Elektrode besteht dabei aus einem Elektrodengrundkörper (20) aus einem ersten Werkstoff und einem mit dem Elektrodengrundkörper (20) stoffschlüssig verbundenen Endabschnitt (30), der einen mit dem ersten Werkstoff stoffschlüssig verbundenen ersten Bereich (23) aus einem platinhaltigen Werkstoff und einen mit dem ersten Bereich (23) stoffschlüssig verbundenen zweiten Bereich (26) aus einem iridiumhaltigen und/oder rutheniumhaltigen Werkstoff aufweist. Weiter wird ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Elektrode vorgeschlagen, bei dem eine Einprägung einer ersten Ausnehmung (21) in den Elektrodengrundkörper (20), ein Einlegen eines ersten Formteils (22) in die erste Ausnehmung (21), ein

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/95447 A1



**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

Bildung einer ersten Legierung, eine Einprägung einer zweiten Ausnehmung (24) in einem Bereich der ersten Legierung, ein Einlegen eines zweiten Formteils (25) in die zweite Ausnehmung (24) und ein Aufschmelzen des zweiten Formteils (25) unter Bildung einer zweiten Legierung vorgenommen wird.

5

10     Elektrode, Verfahren zu deren Herstellung und Zündkerze mit  
       einer derartigen Elektrode

       Die Erfindung betrifft eine Elektrode, eine Zündkerze für  
       eine Brennkraftmaschine mit einer derartigen Elektrode als  
15     Mittlelektrode und ein Verfahren zur Herstellung einer der-  
       artigen Elektrode nach der Gattung der unabhängigen Ansprü-  
       che.

       Stand der Technik

20

       Die Anforderungen an Zündkerzen für Brennkraftmaschinen hin-  
       sichtlich Dauerhaltbarkeit wachsen stetig, da in Kraftfahr-  
       zeugen vielfach Wechselintervalle von 60000 km bis 100000 km  
       angestrebt werden. Derartige Wechselintervalle sind zumin-  
25     dest bei üblichen Dachelektrodenzündkerzen nur durch den  
       Einsatz von Edelmetall-Legierungen wie beispielsweise Pla-  
       tin-Legierungen oder Iridium-Legierungen im Bereich der  
       Elektroden, insbesondere der Mittlelektrode, erreichbar,  
       die dort dann beispielsweise durch Fließpressen, Platieren,  
30     Widerstandsschweißen, Laserschweißen oder Laserlegieren auf  
       den bisher üblichen Elektroden bzw. Elektrodenwerkstoffen  
       aus Nickel-Legierungen angebracht oder befestigt werden. Bei  
       diesen Verfahren zur Herstellung der Verbindung der Edelmet-  
       tall-Legierung mit der Nickel-Legierung werden jedoch ver-  
35     fahrenstechnisch hohe Anforderungen gestellt, da sich die

- 2 -

Eigenschaften von Platin- und vor allem Iridium-Legierungen im Vergleich zur Nickel-Legierungen hinsichtlich Schmelz- und Siedepunkt sowie auch hinsichtlich des Wärmeausdehnungskoeffizienten stark unterscheiden. Darüber hinaus sind Formteile wie beispielsweise Stifte insbesondere aus Iridium-Legierungen auf Grund von deren geringer Duktilität nur mit hohem Aufwand herstellbar.

Aus EP 0 785 604 B1 ist bereits eine Zündkerze für eine Brennkraftmaschine bekannt, die eine Mittelelektrode aufweist, die aus einem Elektrodengrundkörper und einem Edelmetallplättchen besteht, das auf der brennraumzugewandten Stirnfläche des Elektrodengrundkörpers befestigt ist. Der Elektrodengrundkörper weist zudem in seinem brennraumseitigen Endabschnitt eine Kegelstumpfform auf. Das Edelmetallplättchen gemäß EP 0 785 604 B1 ist weiter durch Laserschweißen oder Widerstandsschweißen auf den Elektrodengrundkörper aufgebracht worden und besteht aus einer Platin-Legierung oder einer Iridium-Legierung, während der Elektrodengrundkörper von einer Nickel-Legierung mit einem Kern aus einem wärmeleitfähigen Material gebildet ist.

In der Anmeldung DE 100 11 705.8 ist weiter bereits vorgeschlagen worden, auch das Edelmetallplättchen kegelstumpfförmig auszubilden. Zudem wurde darin vorgeschlagen, als funkenerosionsbeständigen Elektrodenwerkstoff für Zündkerzen eine Metall-Legierung einzusetzen, die Ruthenium als Hauptbestandteil enthält.

Schließlich würde in EP 0 866 503 A1 ein Elektrodenwerkstoff in Form einer Metall-Legierung vorgeschlagen, der sich besonders zur Verwendung in Zündkerzen eignet. Dieser Werkstoff ist eine Metall-Legierung mit Iridium als Hauptbestandteil und weiteren Edelmetallen wie Rhodium, Ruthenium oder Rhenium als Nebenbestandteile.

Insgesamt ist somit bekannt, dass sich Iridium-Legierungen und Ruthenium-Legierungen aufgrund ihres extrem hohen Schmelzpunktes und der damit verbundenen Erosionsfestigkeit als Elektrodenmaterial in Zündkerzen eignen. Weiter ist bekannt, aufgrund der geringen Oxidationsbeständigkeit von Iridium diesem vorzugsweise Rhodium zuzulegieren. Andererseits sind derartige Legierungen sehr spröde und daher nur mit hohem Aufwand umformbar, so dass die Herstellung von Formteilen wie Stiften oder Scheiben, die dann mit bekannten Elektrodengrundkörpern, beispielsweise aus Nickel, verbunden, insbesondere verschweißt, werden sollen, sehr kostenintensiv ist.

#### Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Elektrode und das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung einer solchen Elektrode hat gegenüber dem Stand der Technik den Vorteil, dass damit sehr langlebige Zündkerzen in verfahrenstechnisch einfacher Weise herstellbar sind, die zumindest im Bereich der Funkenstrecke der Zündkerze eine Edelmetall-Legierung aufweisen.

Darüber hinaus ist vorteilhaft, dass bei dem erfindungsgemäßen Verfahren als Formteile insbesondere Kugeln aus einem platinhaltigen bzw. einem iridiumhaltigen und/oder rutheniumhaltigen Werkstoff eingesetzt werden, die sich aus diesen Werkstoffen bzw. Legierungen im Gegensatz zu Stiften oder Scheiben relativ kostengünstig herstellen lassen.

Daneben ist auch der Materialeinsatz von Ruthenium und insbesondere Iridium oder einer Iridium-Rhodium-Legierung gegenüber bekannten Elektroden mit derartigen Edelmetall-Legierungen reduziert, da lediglich der zweite Bereich iridiumhaltig bzw. rutheniumhaltig ist, während der stoff-

schlüssig mit diesem zweiten Bereich verbundene erste Bereich, der wiederum mit dem Elektrodengrundkörper verbunden ist, aus einem platinhaltigen Werkstoff besteht. Insbesondere ist Platin derzeit billiger als Iridium oder Rhodium.

5

Die erfindungsgemäße Elektrode und das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung einer derartigen Elektrode hat weiter den Vorteil, dass es durch das Aufschmelzen des ersten Formteils unter Bildung einer ersten Legierung und das Aufschmelzen des zweiten Formteils unter Bildung einer zweiten Legierung bei den Aufschmelzvorgängen jeweils zumindest in den Grenzbereichen zwischen dem von dem ersten Formteil eingenommenen Volumen und dem Elektrodengrundkörper bzw. dem von dem zweiten Formteil eingenommenen Volumen und dem von dem ersten Formteil eingenommenen Volumen zu Durchmischungen oder zur Ausbildung von durchmischten Legierungszonen kommt, die jeweils einen kontinuierlichen Übergang in der Zusammensetzung zwischen den benachbarten Materialien bewirken.

Da einerseits die Wärmeausdehnungskoeffizienten von Iridium und Nickel stark unterschiedlich sind, neigen direkte Verbindungen dieser Materialien bei Temperaturwechseln, wie sie vielfach in Brennkraftmaschinen auftreten, zum Aufreißen. Da der Wärmeausdehnungskoeffizient von Platin andererseits zwischen dem von Iridium und dem von Nickel liegt, wird durch die beiden Aufschmelzvorgänge bei dem erfindungsgemäßen Verfahren in den Übergangsbereichen bzw. den durchmischten Legierungszonen jeweils vorteilhaft auch ein kontinuierlicher Übergang der Wärmeausdehnungskoeffizienten erreicht, so dass die erzeugten Verbindungen insbesondere in diesen durchmischten Legierungszonen sehr stabil sind und nicht zum Aufreißen neigen.

Weiterhin ist bei der erfindungsgemäßen Elektrode und bei dem erfindungsgemäßen Verfahren auch vorteilhaft, dass der

35

nahe am Schmelzpunkt von Iridium liegende Siedepunkt von Nickel umgangen werden kann. So besteht bisher bei einem direkten Laserverschweißen oder Laserlegieren von Iridium mit Nickel die Gefahr, dass eine Verdampfung von Nickel eintritt, da aufgrund des hohen Schmelzpunktes von Iridium eine hohe Temperatur erzeugt werden muss, um eine schmelzmetallurgische Verbindung dieser beiden Materialien zu erreichen. Da in der erfindungsgemäßen Elektrode der Elektrodengrundkörper jedoch zunächst stoffschlüssig mit einem ersten Bereich aus einem platinhaltigen Werkstoff und dieser erste Bereich dann stoffschlüssig mit einem zweiten Bereich aus einem iridiumhaltigen und/oder rutheniumhaltigen Werkstoff verbunden ist, und gleichzeitig der Schmelzpunkt von Platin zwischen dem von Iridium und dem von Nickel liegt, tritt dieses Problem bei der erfindungsgemäßen Elektrode bzw. bei dem erfindungsgemäßen Verfahren nicht mehr auf. Insbesondere liegt der Schmelzpunkt des platinhaltigen Werkstoffs in dem ersten Bereich zwischen dem Schmelzpunkt des ersten Werkstoffes des Elektrodengrundkörpers und des iridiumhaltigen bzw. rutheniumhaltigen Werkstoffes des zweiten Bereiches.

Schließlich ist auch vorteilhaft, dass zwar Iridium-Legierungen bekanntermaßen schwierig zu bearbeiten sind, dass jedoch Platin-Legierungen diesen Nachteil nicht aufweisen. Somit ist im Fall der erfindungsgemäßen Elektrode gewährleistet, dass sowohl der Elektrodengrundkörper als auch der mit diesem stoffschlüssig verbundene Endabschnitt mit dem ersten Bereich und dem zweiten Bereich ohne verfahrenstechnische Schwierigkeiten einer Formgebung, insbesondere einer zerspanenden Formgebung, unterzogen werden kann, bei der eine variable und gleichzeitig exakte Bearbeitung insbesondere des Endabschnittes der Elektrode möglich ist. Dieser ist somit in einfacher Weise in weitgehend beliebigen Formen und bevorzugt auch in Form eines Kegelstumpfes herstellbar. Eine derartige Form des Endabschnittes ist besonders vor-

teilhaft hinsichtlich Standzeit, Entflammungsverhalten und Wärmeableitung der erfindungsgemäßen Elektrode bzw. der damit hergestellten Zündkerze.

5       Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus der in den Unteransprüchen genannten Maßnahmen.

10       So ist besonders vorteilhaft, wenn der Elektrodengrundkörper zumindest in einer Umgebung des Endabschnittes aus einer Nickel-Legierung, der erste Bereich aus einer Legierung mit Nickel und Platin, und der zweite Bereich aus einer Legierung mit Nickel, Platin und Iridium besteht. Weiter ist vorteilhaft, wenn auch bereits der Elektrodengrundkörper eine sich insbesondere kegelförmig bzw. kegelstumpfförmig verjüngende Spitze aufweist, an deren Stirnfläche der Endabschnitt derart angebracht ist, dass die Stirnfläche stoffschlüssig mit dem ersten Bereich des Endabschnittes verbunden ist.

20       Bei dem Verfahren zur Herstellung einer Elektrode ist besonders, wenn die erste Ausnehmung und/oder die zweite Ausnehmung eine kalottenförmige Ausnehmung ist, die beispielsweise durch eine Prägung mit Hilfe Kugel bzw. einer Halbkugel erzeugt werden kann.

25       Weiter ist das in dieser ersten Ausnehmung bzw. in dieser zweiten Ausnehmung bevorzugt eingelegte Formteil jeweils eine Kugel, deren Volumen jeweils derart gewählt ist, dass das Volumen der Kugel zumindest näherungsweise gleich dem Volumen der ersten Ausnehmung bzw. der zweiten Ausnehmung ist.

30       Zum Aufschmelzen des in die erste Ausnehmung eingelegten ersten Formteils bzw. des in die zweite Ausnehmung eingelegten zweiten Formteils eignet sich besonders ein in an sich bekannter Weise eingesetzter, frontal auf die Stirnseite des Elektrodengrundkörpers gerichteter Laserstrahl. Durch den

35



Einsatz dieses Laserstrahles wird ein Laserlegieren erreicht, d. h. es bildet sich bei dem Aufschmelzen des ersten Formteils in der ersten Ausnehmung mit dem Laserstrahl eine erste Legierung aus dem Werkstoff des ersten Formteils und dem Werkstoff des Elektrodengrundkörpers bzw. bei dem Aufschmelzen des zweiten Formteils in der zweiten Ausnehmung mit dem Laserstrahl eine zweite Legierung aus der ersten Legierung und dem Werkstoff des zweiten Formteils.

## 10 Zeichnungen

Die Erfindung wird anhand der Zeichnung und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Die Figuren 1a bis 1h erläutern die verschiedenen Verfahrensschritte bei der Herstellung einer Elektrode in Form einer Mittelelektrode für eine Zündkerze, die Figur 2 zeigt im Querschnitt einen Ausschnitt aus einer Zündkerze mit einer derartigen Mittelelektrode im Bereich der Funkenstrecke.

## 20 Ausführungsbeispiele

Die Figur 1a zeigt zunächst einen bekannten Elektrodengrundkörper 20 aus einer Nickel-Legierung, wie diese vielfach bei Zündkerzen als Material für die Mittelelektrode eingesetzt wird. Insbesondere ist der Elektrodengrundkörper 20 gemäß Figur 1a in an sich bekannter Weise zumindest in dem Bereich, der sich bei einer nachfolgend damit hergestellten Zündkerze im Bereich der Funkenstrecke befindet, stiftförmig mit zylindrischem Querschnitt ausgebildet. Die Figur 1b erläutert den nächsten Verfahrensschritt, in dem in einer Stirnfläche des Elektrodengrundkörpers 20 mit Hilfe eines geeigneten Prägewerkzeuges eine kalottenförmige erste Ausnehmung 21 erzeugt wird. Diese kalottenförmige erste Ausnehmung 21 hat beispielsweise eine Tiefe von ca. 1 mm und in

Draufsicht einen kreisförmigen Querschnitt mit einem Durchmesser von ca. 1,5 mm.

Die Figur 1c erläutert dann, wie in diese erzeugte erste Ausnehmung 21 eine Kugel als erstes Formteil 22 eingelegt wird, die aus einer Platin-Legierung besteht. Nach dem Einlegen dieses ersten Formteiles 22 wird dann ein Laserstrahl frontal auf die Stirnseite des Elektrodengrundkörpers 20 gerichtet, so dass das erste Formteil 22 einschließlich einem Randbereich der ersten Ausnehmung 21 aufgeschmolzen wird, wobei sich ein erster Bereich 23 ausbildet, der aus einer ersten Legierung besteht, die sowohl Platin als auch Nickel enthält. Insbesondere sei dabei betont, dass das Volumen des ersten Formteils 22 zumindest näherungsweise gleich dem von der ersten Ausnehmung 21 eingenommenen Volumen ist. Weiter findet bei dem Aufschmelzen des ersten Formteiles 22 in dem Bereich der Grenzfläche zwischen dem ersten Bereich 23 und dem Elektrodengrundkörper 20 eine Durchmischung des Werkstoffes des Elektrodengrundkörpers 20 mit der Platin-Legierung, aus der das erste Formteil 22 besteht, statt, so dass sich dort eine durchmischte Legierungszone ausbildet.

Insgesamt bewirkt der eingesetzte Laserstrahl somit mittels Laserlegieren zumindest im Bereich der durchmischten Legierungszone die Ausbildung einer Legierung aus dem Werkstoff des Elektrodengrundkörpers 20 und der Platin-Legierung des ersten Formteils 22.

Bevorzugt wird dieses Laserlegieren weiter derart durchgeführt, und die Platin-Legierung aus der das erste Formteil 22 besteht, derart ausgewählt, dass sich nach dem Laserlegieren in dem ersten Bereich 23 eine erste Legierung befindet, die Platin und Nickel im Verhältnis 70 zu 30 enthält.

Die Figur 1e erläutert den der Figur 1d nachfolgenden Verfahrensschritt, in dem nunmehr insbesondere mittig in dem Bereich der Stirnseite des Elektrodengrundkörpers 20, der von dem ersten Bereich 23 eingenommen wird, eine kalottenförmige zweite Ausnehmung 24 erzeugt wird. Diese zweite Ausnehmung 24 wird analog der ersten Ausnehmung 21 durch Prägen mit einem geeigneten Prägwerkzeug erzeugt. Die Tiefe der zweiten Ausnehmung 24 liegt beispielsweise bei ca. 0,5 mm, ihr Durchmesser in Draufsicht auf die Stirnseite des Elektrodengrundkörpers 20 beträgt beispielsweise ca. 0,8 mm.

Anschließend wird dann gemäß Figur 1f in diese zweite Ausnehmung 24 ein zweites Formteil 25 in Form einer Kugel aus einer Iridium-Legierung eingelegt. Danach wird erneut ein Laserstrahl frontal auf die Stirnseite des Elektrodengrundkörpers 20 gerichtet, so dass das eingelegte zweite Formteil 25 und ein Randbereich der zweiten Ausnehmung 24 aufgeschmolzen wird und sich ein zweiter Bereich 26 ausbildet. Auch in diesem Fall wird das Volumen des zweiten Formteils 25 bevorzugt zumindest näherungsweise so gewählt, dass es gleich dem Volumen der zweiten Ausnehmung 24 ist, so dass die zweite Ausnehmung 24 nach Aufschmelzen von dem aufgeschmolzenden zweiten Formteil 25 zumindest nahezu vollständig ausgefüllt wird. Daneben tritt auch beim Aufschmelzen des zweiten Formteils 25 mittels des eingesetzten Lasers zumindest in dem Grenzbereich von erstem Bereich 23 und zweitem Formteil 25 eine Materialdurchmischung bzw. ein Laserlegieren auf, so dass sich erneut zumindest dort eine durchmischte Legierungszone ausbildet. Auf diese Weise wird gewährleistet, dass die in dem ersten Bereich 23 vorliegende erste Legierung mindestens im Randbereich der Ausnehmung 24 mit der Iridium-Legierung des zweiten Formteils 25 durchmischt bzw. legiert wird, so dass nach dem Aufschmelzen des zweiten Formteils 25 das zuvor von der zweiten Ausnehmung 24

- 10 -

eingenommene Volumen zumindest bereichsweise aus einer Legierung besteht, die sowohl Platin als auch Iridium enthält.

5 Weiter enthält der gebildete zweite Bereich 26 neben Platin und Iridium nun vielfach auch einlegiertes Nickel, das aus dem ersten Werkstoff des Elektrodengrundkörpers 20 stammt.

10 Bevorzugt erfolgt das Aufschmelzen des zweiten Formteils 25 bzw. das damit einhergehende Laserlegieren derart, dass sich in dem zweiten Bereich 26 eine Legierung aus der Iridium-Legierung, aus der das zweite Formteil 25 bestand, und der Platin-Nickel-Legierung, aus der der erste Bereich 23 bestand, bildet. Diese Legierung, die sowohl Iridium als auch Platin als auch Nickel enthält, weist weiter bevorzugt ein  
15 Verhältnis von Iridium zu der Platin-Nickel-Legierung aus dem ersten Bereich 23 von 80 zu 20 auf.

20 Nachdem nun gemäß Figur 1g in dem Elektrodengrundkörper 20 sowohl der erste Bereich 23 als auch zweite Bereich 26 erzeugt worden sind, wobei der zweite Bereich 26 vollkommen innerhalb des ersten Bereiches 23 liegt, erfolgt anschließend eine zerspannende Formgebung des Elektrodengrundkörpers 20, des ersten Bereiches 23 und des zweiten Bereiches 26.

25 Bei dieser zerspannenden Formgebung wird zunächst gemäß Figur 1h eine sich kegelstumpfförmig verjüngende Spitze 31 des Elektrodengrundkörpers 20 erzeugt, die dann in einen Endabschnitt 30 übergeht, der von dem ersten Bereich 23 und dem zweiten Bereich 26 gebildet wird. Dieser Endabschnitt 30 ist  
30 weiter bevorzugt zumindest näherungsweise ebenfalls kegelstumpfförmig ausgebildet und im Bereich einer Stirnfläche 32 stoffschlüssig mit dem Elektrodengrundkörper 20, insbesondere der Spitze 31, verbunden.

- 11 -

Auf diese Weise wird erreicht, dass der Elektrodengrundkörper 20 im Bereich der Stirnfläche 32 zunächst stoffschlüssig nur mit dem ersten Bereich 23 verbunden ist, der selbst wiederum stoffschlüssig mit dem zweiten Bereich 26 in Verbindung steht.

Die Figur 2 erläutert den Einsatz einer gemäß Figur 1h vorbereiteten Mittelelektrode 10 in einer Zündkerze 5. Die Mittelelektrode 10 ist dabei derart in die Zündkerze 5 integriert, dass der zweite Bereich 26 einer Massenelektrode 11 gegenüber steht und von dieser in an sich bekannter Weise über eine Funkenstrecke getrennt ist. Weiter ist der zweite Bereich 26 gemäß Figur 2 nur mit dem ersten Bereich 23 stoffschlüssig in Verbindung, während der erste Bereich 23 stoffschlüssig mit der Spitze 31 des Elektrodengrundkörpers 20 der Mittelelektrode 10 verbunden ist.

Auf die Erläuterung weiterer, an sich bekannter Details der Zündkerze 5 sei hier verzichtet.

Insgesamt ist somit gemäß Figur 2 eine Zündkerze 5 mit einer angespitzten Mittelelektrode 10 entstanden, die ein kegelförmiges Ende aus dem Endabschnitt 30 aufweist. Dieser Endabschnitt 30 besteht in dem zweiten Bereich 26 aus einer Iridium-Legierung, in die eine Platin-Nickel-Legierung eingelegt ist. Zwischen dem zweiten Bereich 26 und dem Elektrodengrundkörper 20 befindet sich dann der erste Bereich 23, der aus einer Platin-Nickel-Legierung besteht. Der Elektrodengrundkörper 20 selbst besteht schließlich aus einer Nickel-Legierung.

## 5        Ansprüche

1.        Elektrode, insbesondere Mittelelektrode in einer Zündkerze, mit einem Elektrodengrundkörper (20) aus einem ersten Werkstoff und einem mit dem Elektrodengrundkörper (20) stoffschlüssig verbundenen Endabschnitt (30), dadurch gekennzeichnet, dass der Endabschnitt (30) einen mit dem ersten Werkstoff stoffschlüssig verbundenen ersten Bereich (23) aus einem platinhaltigen Werkstoff und einen mit dem ersten Bereich (23) stoffschlüssig verbundenen zweiten Bereich (26) aus einem von dem platinhaltigen Werkstoff verschiedenen, iridiumhaltigen und/oder rutheniumhaltigen Werkstoff aufweist.
2.        Elektrode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Werkstoff Nickel oder eine Nickel-Legierung ist.
3.        Elektrode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der platinhaltige Werkstoff eine Legierung des ersten Werkstoffes mit Platin oder einer Platin-Legierung ist.
4.        Elektrode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der iridiumhaltige Werkstoff eine Legierung ist, die Iridium, Platin und den ersten Werkstoff enthält, und/oder dass der rutheniumhaltige Werkstoff eine Legierung ist, die Ruthenium, Platin und den ersten Werkstoff enthält.
5.        Elektrode nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Werkstoff Nickel oder eine Nickel-Legierung ist, der erste Bereich (23) aus einer Legierung von Nickel mit Platin oder einer Legierung von Nickel

mit einer Platin-Legierung besteht, und der zweite Bereich (26) aus einer Legierung mit Nickel, Platin und Iridium oder einer Legierung mit Nickel, Platin und Ruthenium besteht.

5        6.        Elektrode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektrodengrundkörper (20) eine sich insbesondere kegelförmig oder kegelstumpfförmig verjüngende Spitze (31) mit einer Stirnfläche (32) aufweist, die stoffschlüssig mit dem ersten Bereich (23) des Endabschnittes (30) verbunden ist.

10

7.        Elektrode nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Endabschnitt (30) zumindest näherungsweise die Form eines Kegelstumpfes, eines Kegels oder eines Zylinders aufweist, wobei der zweite Bereich (26) über den ersten Bereich (23) von der Spitze (31) des Elektrodengrundkörpers (20) getrennt ist.

15

8.        Zündkerze für eine Brennkraftmaschine mit einer Elektrode nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche als Mittelelektrode (10).

20

9.        Verfahren zur Herstellung einer Elektrode, insbesondere einer Mittelelektrode (10) für eine Zündkerze (5) nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, mit den Verfahrensschritten:

- 25        a.)        Vorbereiten eines Elektrodengrundkörpers (20) aus einem ersten Werkstoff,
- b.)        Einprägung einer ersten Ausnehmung (21), insbesondere einer kalottenförmigen ersten Ausnehmung, in eine Stirnfläche des Elektrodengrundkörpers (20),
- 30        c.)        Einlegen eines ersten Formteils (22), insbesondere einer ersten Kugel, in die erste Ausnehmung (21),
- d.)        Aufschmelzen des ersten Formteils (22) in der ersten Ausnehmung (21) unter Bildung einer ersten Legierung aus dem Werk-

- 14 -

stoff des ersten Formteils (22) und dem Werkstoff des Elektrodengrundkörpers (20),

e.) Einprägung einer zweiten Ausnehmung (24), insbesondere einer kalottenförmigen zweiten Ausnehmung, in einem Bereich der Stirnfläche des Elektrodengrundkörpers (20), der von der ersten Legierung aus dem Material des ersten Formteils (22) und dem Material des Elektrodengrundkörpers (20) eingenommen wird,

f.) Einlegen eines zweiten Formteils (25), insbesondere einer zweiten Kugel, in die zweite Ausnehmung (24),

g.) Aufschmelzen des zweiten Formteils (25) in der zweiten Ausnehmung (24) unter Bildung einer zweiten Legierung aus der ersten Legierung und dem Werkstoff des zweiten Formteils (25).

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das von der ersten Ausnehmung (21) eingenommene Volumen zumindest näherungsweise gleich dem Volumen des eingelegten ersten Formteils (22) und/oder das von der zweiten Ausnehmung (24) eingenommene Volumen zumindest näherungsweise gleich dem Volumen des eingelegten zweiten Formteils (25) ist.

11. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Aufschmelzen des ersten und/oder des zweiten Formteils (22, 25) mittels eines auf die Stirnseite des Elektrodengrundkörpers (20) gerichteten Laserstrahls erfolgt.

12. Verfahren nach Anspruch 9 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Bilden der ersten Legierung und/oder der zweiten Legierung mittels Laserlegieren erfolgt.

13. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Einprägung der zweiten Ausnehmung (24) derart erfolgt, dass diese vollständig innerhalb des von der ersten Legierung eingenommenen Volumens liegt.



14. Verfahren nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Verfahrensschritt g.) eine insbesondere zerspannende Formgebung derart vorgenommen wird, dass eine sich insbesondere kegelförmig oder kegelstumpfförmig verzüngende Spitze (31) des Elektrodengrundkörpers (20) ausgebildet wird, die eine Stirnfläche (32) aufweist, die stoffschlüssig mit einem ersten Bereich (23) aus der ersten Legierung verbunden ist, der wiederum stoffschlüssig mit einem zweiten Bereich (26) aus der zweiten Legierung verbunden ist.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Formgebung derart erfolgt, dass der erste Bereich (23) und der stoffschlüssig damit verbundene zweite Bereich (26) zusammen zumindest näherungsweise die Form eines Kegelstumpfes, eines Kegels oder eines Zylinders aufweisen, wobei der zweite Bereich (26) durch den ersten Bereich (23) von der Spitze (31) des Elektrodengrundkörpers (20) getrennt ist.

1/2

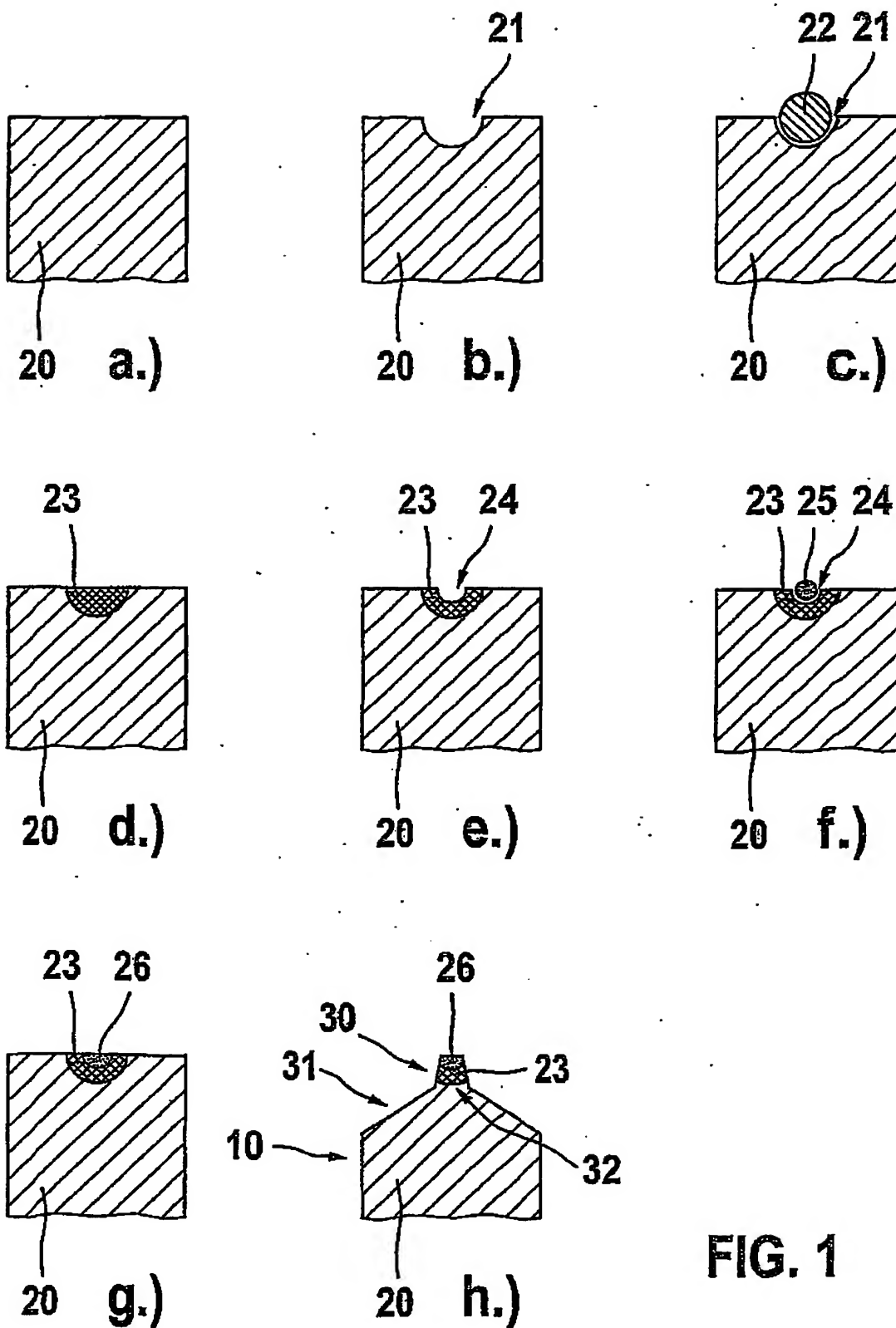


FIG. 1

2/2

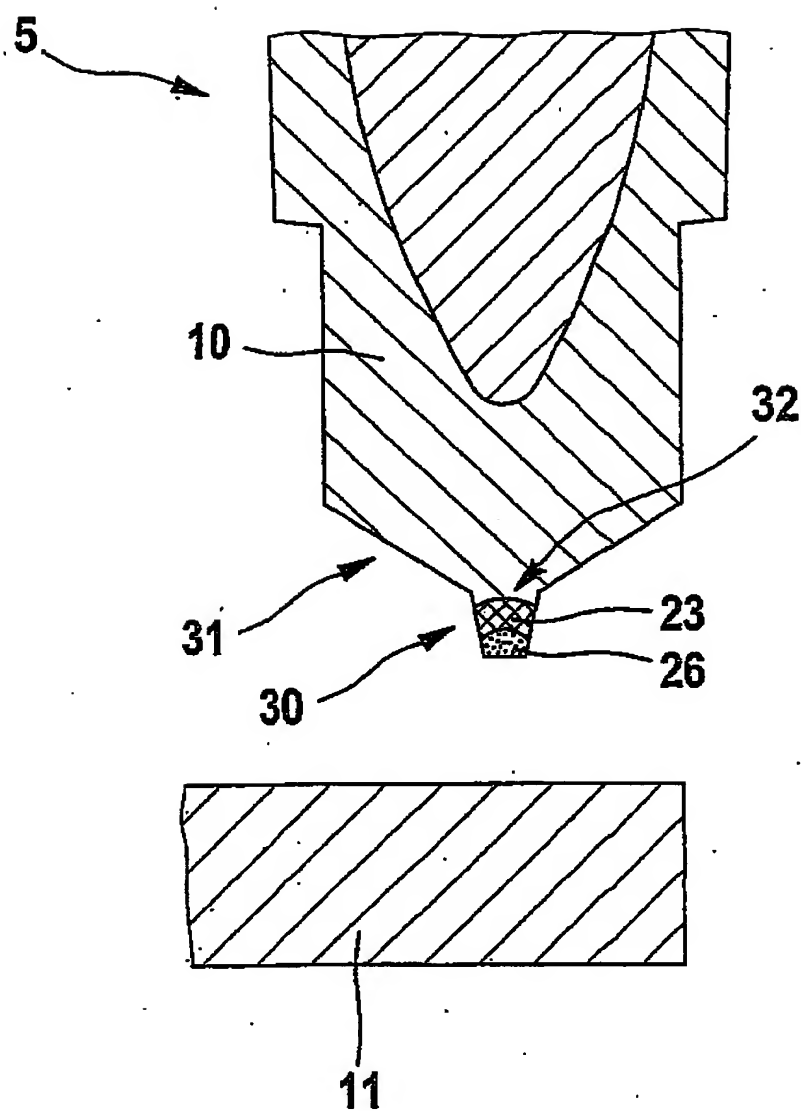


FIG. 2

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/DE 01/01268

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01T13/39 H01T21/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 199 22 925 A (DENSO CORP) 25 November 1999 (1999-11-25)	1-5,8
A	column 9, line 62 -column 11, line 24; figures 1-12	6,9
A	EP 0 785 604 A (NGK SPARK PLUG CO) 23 July 1997 (1997-07-23) cited in the application	
A	EP 0 866 530 A (NGK SPARK PLUG CO) 23 September 1998 (1998-09-23)	

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 July 2001

Date of mailing of the international search report

06/08/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5518 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bijn, E

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No  
PCT/DE 01/01268

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19922925 A	25-11-1999	JP 11329668 A JP 2000277231 A	30-11-1999 06-10-2000
EP 0785604 A	23-07-1997	JP 9260017 A DE 69700257 D DE 69700257 T JP 9260018 A US 5866972 A	03-10-1997 15-07-1999 30-09-1999 03-10-1997 02-02-1999
EP 0866530 A	23-09-1998	JP 10321342 A DE 69800238 D DE 69800238 T US 5998913 A	04-12-1998 07-09-2000 21-12-2000 07-12-1999

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

analoge Aktenzeichen

PCT/DE 01/01268

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 H01T13/39 H01T21/02

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 H01T

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 199 22 925 A (DENSO CORP) 25. November 1999 (1999-11-25)	1-5, 8
A	Spalte 9, Zeile 62 - Spalte 11, Zeile 24; Abbildungen 1-12	6, 9
A	EP 0 785 604 A (NGK SPARK PLUG CO) 23. Juli 1997 (1997-07-23) in der Anmeldung erwähnt	
A	EP 0 866 530 A (NGK SPARK PLUG CO) 23. September 1998 (1998-09-23)	

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

25. Juli 2001

Abmeldedatum des internationalen Recherchenberichts

06/08/2001

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3018

Bevollmächtigter Bevollmächtigter

Bijn, E

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE 01/01268

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19922925 A	25-11-1999	JP 11329668 A	30-11-1999
		JP 2000277231 A	06-10-2000
EP 0785604 A	23-07-1997	JP 9260017 A	03-10-1997
		DE 69700257 D	15-07-1999
		DE 69700257 T	30-09-1999
		JP 9260018 A	03-10-1997
		US 5866972 A	02-02-1999
EP 0866530 A	23-09-1998	JP 10321342 A	04-12-1998
		DE 69800238 D	07-09-2000
		DE 69800238 T	21-12-2000
		US 5998913 A	07-12-1999